

www.mientayvn.com

Đây là bản chép lời giảng của giáo sư **Michael McBride** trên lớp. Bạn có thể xem toàn bộ bài giảng này bằng cách lên <http://www.mientayvn.com> > Học li u m c p nh t> i h c Yale > Hóa h u c n m nh t > Ch ã ng I: Cách h c môn hóa h c

Freshman Organic Chemistry: Lecture 1 Transcript

Professor Michael McBride: Okay. So for 150 years organic chemistry courses have tended to acquire a daunting reputation. So you need help. I know you're very able, but trust me, you need help. So where do you [get] the help? The PowerPoints are available on the Web. How many of you've already seen the PowerPoint for today, just so I have some idea? So about a quarter of you maybe. Okay, but anyhow, so your lecture notes are important, but you don't have to worry about getting everything down because you can download it from the Web. And I do it on a Mac, but I try my best to make it compatible with PCs and even with the free PC Viewer for PowerPoint. So you should be able to see it. But I don't see it on a PC. So if anything doesn't come through, let me know so that I can fix it. Okay then, in-class discussion is very important, and if you're really, really shy and can't participate in discussion in class, then email me a question. Okay?

Vâng. Kh ông 150 n m nay các khóa h c hóa hữu c có xu h ã ng làm cho ng i h c n n chí. Vì v y, b n c n giúp . Tôi bi t các b n r t gi i, nh ã ng hãy tin tôi, b n c n giúp . V y b n nh n c giúp t ã u? Các bài gi ã ng Powerpoints có s n trên m ã ng. Bao nhiêu ng i trong s các b n ã nh ã th y nh ã ng bài gi ã ng PowerPoint c ã ngày hôm nay, ch ã cho tôi nh n c m t s ý t ã ng? Vâng có kho ã ng m t ph ã n t các b n. c r i, nh ã ng dù sao ã n ã, các ghi chép c ã b n c ã ng r t quan tr ã ng, nh ã ng b n không ph ã i lo l ã ng và chép h t m i th ã vì b n có th ã t i nó t ã trên m ã ng. Và tôi làm ã i u ó trên Mac, nh ã ng tôi c ã g ã ng h t mình ã làm cho nó t ã ng thích v ã các máy tính và th m chí v ã b h i n th màn hình máy tính cá nh ã ã i v ã các bài gi ã ng PowerPoint. Vì v y, b n ã n xem nó. Nh ã ng tôi không nh ã n th y nó trên máy. Vì v y, n u b t c ã i u gì không nh ã mong ã, hãy cho tôi bi t ã tôi s ã ã nó. c r i, ã, th o lu n trong l p ã ã r t quan tr ã ng, và n u b n th c s , th c s ã nhút nhát và không th ã tham gia th o lu n trong l p h c, hãy g i email ã h i tôi. c ch ?

There's the course website, which is our substitute for a text. It also includes the PowerPoint, and there's the link for it, and when go there you'll see it develop. The current website is mostly last year's course, so it'll change a little bit as we go along, but fundamentally it's the same. If you want to look ahead you'll see pretty much what's coming up. There'll be assigned problems and questions, and also there are previous exams and answers keys. All these things are on the course website so you'll get help there. But one thing that's really special is the course Wiki. This is the third year we've done it and the second year in a really systematic way. So you get assigned to do, to cover a couple frames of the PowerPoint. So those are the ones you really need to take

careful notes on, and write them up, and help other people too; that's the nature of a Wiki, as you know. How many of you have participated in a Wiki? Well, by next week it will be all of you. Okay, but in order to get credit for it you have to get it by the night after the lecture. So for the lecture today you have to get it by late tomorrow night, 36 hours after the lecture. This is so other students can use it. Okay, in the spring there'll probably be a textbook. I haven't really decided yet. These things cost an arm and a leg. Maybe we can find one that's used, an older edition. It doesn't make any difference except to the publishers.

Có trang web của môn học, nó là viết thay thế cho văn bản. Nó cũng bao gồm các bài giảng PowerPoint, và có link cho nó, và khi nhìn nó bạn thấy nó phát triển. Trang web hiện nay chủ yếu là khóa học của năm trước, do đó, nó sẽ thay đổi một chút khi chúng ta tiến triển, nhưng về cơ bản chúng giống nhau. Nếu bạn tìm hiểu thêm, bạn sẽ thấy nhiều điều thú vị nữa. Sẽ có các bài tập và câu hỏi để chọn, và cũng có những bài thi năm trước và danh sách các câu trả lời. Tất cả những thứ này trên trang web của môn học, do đó bạn nên nhớ để giúp đỡ. Nhưng có một điều thú vị là khóa học Wiki. Đây là năm thứ ba mà chúng tôi thực hiện nó và năm thứ hai theo cách thức cũ có hệ thống. Vì vậy, bạn cần chọn làm, cần phải vài khung của bài giảng PowerPoint. Vì vậy, đó là những thứ mà bạn phải ghi chép cẩn thận, và viết chúng lên, và giúp người khác nữa; đó là bản chất của Wiki, nên bạn sẽ biết. Bao nhiêu người trong các bạn sẽ tham gia vào Wiki? Vâng, vào tuần tới tất cả các bạn sẽ tham gia. Cần phải, những người này sẽ ghi nhớ về điều đó, bạn phải nhìn nó vào đêm sau bài giảng. Vì vậy, đi về bài giảng hôm nay bạn phải nhìn nó vào đêm mai, 36 giờ sau các bài giảng. Điều này giúp các sinh viên có thể sử dụng nó. Cần phải, vào mùa xuân có lẽ sẽ có một sách giáo khoa. Tôi thực sự chưa quyết định. Nhưng những thứ này có giá trị. Có lẽ chúng ta có thể tìm cái nào đó để đăng lại, một phiên bản cũ hơn. Nó không có sự khác biệt nào ngoài trời nữa.

Okay, also there's personal help, like from me, and there's --and you can find my phone number, email and so on, on the website. Also the two graduate student TAs who are assigned to the course, who are Filip Kolundzic --Filip, back there--and Nathan Schley, not Schlay, Schley. So these are graduate students in chemistry and they run these discussion sections. Typically you have a 50-minute discussion section. But the way we run it in this course is that on two different nights a week there are two-hour sessions. You can come to any part of it you want to. You can go to both of them, you can go to four hours a week if you want to, or you can go to none at all if you want to. So really, for the bookkeeping purposes of the department you have to sign up for a section. Sign up for any section you want to and then come to what's useful for you. But also, the reason you pay the big bucks to come here, is not to hear me, it's to interact with the other students. That's a really big help. So, form study groups. And in fact you can get advice from previous people who've taken the course. That's on the Web. Also there's some of them, there's a list of them on the Web who would be happy to talk to you if you need it.

Cần phải, cũng có sự giúp đỡ cá nhân, như tôi, và đó là - và bạn có thể tìm kiếm trong thư viện của tôi, email của tôi và vân vân...., trên trang web. Tất cả hai sinh viên tốt nghiệp các trợ giảng những người này chọn cho các khóa học, Filip Kolundzic -

Filip, và quay lại đó- và Nathan Schley, không phải Schlay, mà là Schley. Vì vậy, đây là những sinh viên tốt nghiệp ngành hóa học và họ quản lý các phần lớn. Thông thường bạn có phần lớn 50 phút. Những trong khóa học này chúng ta sẽ tổ chức nó thành hai đêm khác nhau trong một tuần đó là những phần lớn kéo dài hai giờ. Bạn có thể nhận bất kỳ một phần nào của nó mà bạn muốn. Bạn có thể nhận hai buổi, bạn có thể nhận bất kỳ một buổi nào bạn muốn, hoặc bạn có thể không nhận bất kỳ buổi nào bạn muốn. Vì vậy, thức ăn, vì mục đích sách của khoa, bạn phải đăng ký một phần. Đăng ký bất kỳ phần bạn muốn và sau đó nhận những gì hữu ích cho bạn. Những người tốt, lý do bạn trả tiền học phí cao học này, không phải là nghe tôi, mà là tác động vì các sinh viên khác. Đó thức ăn là một sự giúp đỡ. Vì vậy, hình thành các nhóm học tập. Và trên thực tế bạn có thể nhận lời khuyên từ những người khác về môn này. Cái đó trên trang web. Cũng có một sự giúp đỡ trong sách, có một danh sách của họ trên Web những người vui vẻ nói chuyện với bạn.

And we're blessed with three alumni, seniors who took this course as freshmen, who act as what are called peer tutors, and they'll run a session Sunday evening, from eight to ten p.m. is the current plan. We'll announce the rooms for these things on the website and probably by email to you as well. So let me introduce Tina Ho and Drew Klein and Justin Kim. So they'll be a big help to you too. So there's plenty of personal help, so use it.

Và chúng ta may mắn có ba cựu nam sinh viên, những sinh viên năm cuối về môn này vào năm nay, họ đóng vai trò như các giảng viên hàng, và họ sẽ quản lý buổi học lớn vào tối thứ hai, từ 8-10 giờ tối theo kế hoạch hiện hành. Chúng tôi sẽ thông báo những việc này cho các phòng trên trang web và có lẽ bằng email cho các bạn. Vì vậy, hãy giới thiệu với Tina Ho và Drew Klein và Justin Kim. Vâng, học giúp đỡ cho các bạn. Những, có trách nhiệm giúp cá nhân, đó, hãy sử dụng nó.

These are the dates we're going to have exams. There are ten lectures and then an exam; nine lectures, exam; nine lectures, exam. Actually, if you check, you'll find that --and also you get 50 points for participation in the Wiki, and the total is 650 points, that's what your exam is based on. Actually this doesn't cover --it's nine lectures that are covered on the exam, but the previous Wednesday part of the lecture is going to be a guest lecturer that's going to be here just that day. So we're putting the exam off and it'll only cover the previous material; not that that's a big deal. Okay, and the semester grade is biased; that is, it's based on this, your total score here, out of 650 points. But if you're near a cutoff and you were very good about turning in your problem sets and so on, then we boost you up. We don't grade problem sets but it's worthwhile to do them, and they might make a difference.

Đây là những ngày mà chúng ta sẽ có các bài kiểm tra. Một bài giảng và sau đó một bài kiểm tra; chín bài giảng, bài kiểm tra; chín bài giảng, bài kiểm tra. Thứ ba, nhận bài kiểm tra, bạn sẽ thấy rằng - và bạn cần nhận ít nhất 50 điểm vì việc tham gia Wiki, và tổng số là 650 điểm, đó là những gì mà bài thi của bạn cần vào. Trên thực tế bài này không bao gồm - đó là chín bài giảng cần nộp trong bài thi, những phần bài giảng của bạn từ trước đó một giảng viên thỉnh thoảng đưa vào ngày đó. Vì vậy, chúng ta cần phải nói về các bài thi và nó sẽ bao gồm các tài liệu trợ giúp; đó không phải là

việc tạo tất cả các loại phân tử, và những phân tử khác biệt thiên văn, có nghĩa là, nó đã ở trên trái đất này, tất cả những phân tử này, trên 650 phân tử. Những phân tử này đang sống và biến đổi các phản ứng và v.v..., thì chúng tôi sẽ nâng bạn lên. Chúng tôi không chỉ là các phản ứng thông thường làm chúng, và chúng có thể có những khác biệt.

So where are we going with this? What are the goals of our Freshman Organic Chemistry? In fact, if you click that in your PowerPoint you'll get taken to that site, but it's right on the website, you'll see it anyhow. First is to learn the crucial facts and vocabulary of Organic Chemistry--after all that's what we think we're here for--and to develop a theoretical intuition about how bonding works. This is the goal for, the primary goal of the first half of the fall semester is to learn how bonding works really, and that relates then to molecular structure; and also how bonding changes, and that of course is reactivity. But under the line there are a lot of other things that we do in Freshman Organic Chemistry that are arguably just as important, like make the scientific transition from school to university. In school they try to teach you what people know. In the University you try to develop new knowledge. So you need a different mindset for that, and we hope this course helps you develop that. So learn from Organic Chemistry, which is really in my view a model science, how to be a creative scientist.

Vậy chúng ta sẽ đi đâu với môn này? Các mục tiêu của Hóa học hiện đại là gì? Trong thuyết, những phân tử vào đó trong PowerPoint của bạn, bạn sẽ có thể trang web đó, nhưng nó ngay trên trang web, dù sao chúng ta vẫn sẽ thấy nó. Ưu tiên là tìm hiểu các đặc điểm quan trọng và các thuật ngữ của Hóa học - sau hết đó là những gì mà chúng tôi nghĩ chúng ta sẽ nghiên cứu về nó - và phát triển một triết lý thực tế về cách thức làm việc của các liên kết. Đây là mục tiêu, mục tiêu chính của nhà hóa học mùa thu là học cách các liên kết thực sự làm việc như thế nào, và hiểu mối liên quan của cấu trúc phân tử; và cũng là cách thức liên kết thay đổi, và tất nhiên đó là những phân tử. Nhưng bên cạnh đó có nhiều thứ khác mà chúng ta làm trong Hóa học hiện đại cũng có thể là quan trọng, giống như làm một số chuyên đề khoa học thông tin học. Những thông tin này đã giúp chúng ta đi đến những phát hiện khác biệt. Những phân tử phát triển những kiến thức mới. Vì vậy, bạn cần một triết lý khác cho hiểu, và chúng tôi hy vọng khóa học này sẽ giúp bạn phát triển hiểu. Vì vậy, học Hóa học, đó thực sự là quan trọng của tôi khoa học mô hình, cách thức trở thành một nhà khoa học sáng tạo.

So here's a creative scientist by anybody's measure, Louis Pasteur. And in the 1880s he said this in French, but in English it says, "Knowing to be astonished by something is the mind's first step toward discovery." Another way of putting that is that the characteristic comment on making a real discovery is not "Eureka", it's "Huh, that's funny." So that's what you really have to learn; learn enough about how chemistry works and form this picture in your mind that when something happens that doesn't fit, you know to be astonished so that you can discover something. That's exactly what Pasteur did, and we'll talk about that in the course. And even perhaps more important, to develop good taste, so that you can distinguish sense from nonsense; there's certainly more nonsense floating around than sense, and being able to tell the difference is important. The way you do it is to develop good taste by looking at a lot of good examples and then you're aware of how

crummy the bad examples are. So we're going to try to emphasize good examples, and have fun. So and as we go along, if you have questions, break in. You'll do this much more as we go along, I know.

Vì vậy, đây là một nhà khoa học sáng tạo bằng cách o b t c th gì, Louis Pasteur. Và trong thập niên 1880, ông y ã nói i u này bằng tiếng Pháp, nhưng trong tiếng Anh nó có nghĩa là, "Bằng chứng thiên nhiên cho thấy nó là bằng chứng tiên quyết cho việc khám phá." Một cách khác đi nữa thì nó là li bình tiêu biểu cho việc khám phá thực sự không phải là "Ra r i", mà là "Huh, vui thật." Vì vậy, nó là những gì bạn thực sự phải học, học về quy luật hóa học và hình thành hình ảnh này trong tâm trí bạn khi i u gì đó xảy ra không phù hợp, bằng chứng thiên nhiên có thể khám phá ra i u gì đó. Nó chính xác là những gì Pasteur ã làm, và chúng ta sẽ nói về i u đó trong khóa học. Và thậm chí có liên quan đến hình ảnh, phát triển một vài giác t t, bạn có thể phân biệt giữa vô nghĩa và có nghĩa; t t thiên nhiên có nhiều thể vô nghĩa ngẫu nhiên i u ó h n là những i u có nghĩa, có thể ch ra s khác nhau là quan trọng. Cách bạn làm i u ó là phát triển cảm nhận về cách xem xét nhiều ví dụ t t và sau đó bạn sẽ biết các ví dụ x u b n thì như thế nào. Vì vậy, chúng tôi sẽ cùng nhau nhìn nhận những ví dụ t t, và vui chơi. Vì vậy, khi chúng tôi giảng bài, nếu bạn có bất cứ câu hỏi nào, hãy cất ngang. Bạn sẽ làm i u này nhiều hơn trong suốt khóa học, tôi biết.

So the class really is mostly about theory, although we describe the basis for the theory and spend a lot of time trying to make it real. But we require Chemistry 126L, the lab. This is the only chemistry course that requires you to take a lab simultaneously. So I hope you're all enrolling in that because there'll be a certain day that you want to be able to take it. It's just one afternoon a week, three hours or whatever it is, but you want to get your first choice, so line up soon. You'll be accommodated but it's just more convenient if you get it arranged earlier.

Vì vậy môn này chủ yếu nói về lý thuyết, mặc dù chúng ta mô tả thực tế cho lý thuyết và dành nhiều thời gian cùng nhau làm cho nó thực tế. Nhưng chúng ta phải cần Hóa học 126L, môn thực hành. Đây là môn đòi hỏi bạn phải thực hiện thí nghiệm. Vì vậy, tôi hy vọng tất cả các bạn đăng ký môn này vì sẽ có một ngày nào đó các bạn muốn có thể học nó. Môn này chiếm một buổi chiều một tuần, mà buổi học kéo dài ba giờ hay giờ, nhưng bạn muốn nhận được sự lạc quan tiên quyết, do đó, hãy đăng ký sớm. Bạn sẽ xem xét những sự thu nhận những nhận thức về sự phức tạp của nó.

But why? Because lab answers the really big question. And the big question was brought home to me by my son, John McBride, in his third year. This was the beginning of the third year, and his mother and I didn't know what was coming. For the next year, maybe 15, maybe 20 times a day, he said, "How do *you* know?" So here's John this last summer. He's now 38 and he has his own three-year-olds to say that to him. And he doesn't say, "How do *you* know?" anymore. He now says, "How do you *know*?" Okay? But that is the main question, how do you know what these things that they told you in school?

Nhưng thì sao? Bởi vì thí nghiệm trên là các câu hỏi thực sự. Và câu hỏi là chúng mang về nhà cho tôi bởi con trai tôi, John McBride, lúc ba tuổi. Đây là lúc nó ba tuổi, và mẹ nó và tôi không biết gì cả. Trong năm kế tiếp theo, có lẽ 15, có thể là 20 năm tiếp theo, nó hỏi, "Làm sao cha biết?" Vâng, đây là John cuối mùa hè này. Hiện nay nó 38 tuổi và nó đã có ba con 3 tuổi nói những câu hỏi về nó. Và nó không còn hỏi tôi, "Làm sao cha biết?" nữa. Bây giờ nó nói, "Làm sao cha biết?" đúng không? Nhưng đó là câu hỏi chính, làm thế nào bạn biết những gì đã xảy ra trong trường là gì?

Well, there are four ways we can talk about of knowing, and two of them are shown on this manuscript from the Carolingian book painter. If we zoom in on the top frame, here's Moses on Mount Sinai. So the first way of knowing is divine authority. Here he's going to be the--here's the graduate student here getting the word. Here's the teaching assistant over on the left perhaps. [Laughter] Aaron, right? And then he comes down from Sinai, to see the class, the Children of Israel. So here's another kind of authority, which is human authority interpreting the scriptures. And here you can see the class; the guys are going like "huh." And the teaching assistant is off on the side still. But this doesn't make it. Science is not faith based. There may be other things you know that way but not science. Science ignores divine authority and it ignores human authority; not that they might not exist but they don't relate to science.

Vâng, có bốn cách chúng ta nói về sự hiểu biết, và hai trong số chúng hiển thị trên bản thảo này từ nhà danh họa thời phong phú Carolingian. Nếu chúng ta phóng to trên khung trên cùng, đây là thánh Mose trên núi Sinai. Vì vậy, dạng hiểu biết đầu tiên là thần quyền. Đây ông ta sẽ là - đây là các sinh viên sau khi học này nghe gì nghe. Có lẽ bên kia và phía trái là các trợ giảng. [Cười] Aaron, phải không? Và sau đó ông đã rời khỏi núi Sinai, đến gặp lớp học, các trẻ em Israel. Vì vậy, đây là một loại quyền lực khác, đó là quyền lực con người dựa trên kinh thánh. Và đây bạn có thể thấy lớp học; những người này nói "huh." Và các trợ giảng vẫn đứng ngơ ngác không lý do. Những người này không tỏ ra nó. Khoa học không phải dựa trên đức tin. Có thể có những cách khác mà bạn biết theo cách đó nhưng không phải là khoa học. Khoa học dựa qua thần quyền và nó dựa qua các quyền con người; không phải do chúng không tồn tại mà là vì chúng không liên quan đến khoa học.

Now as you walked in today, did you notice these things over here? There's an Honor Roll of Chemists, and in fact we'll use that a lot this semester, and in particular one of the people on there is Michael Faraday, who started in a very humble way. He was a book binder's apprentice and he bound this book--not this particular copy but this book--which is called *Conversations on Chemistry*. He bound the first edition. This one is a later edition. So you see it's *Conversations on Chemistry in which Elements of that Science are Familiarly Explained and Illustrated by Experiments*. And who's the author? J. L. Comstock; he's actually not the author, he's the guy who stole it. He stole it from a woman, Mrs. Marcet, in England, who wrote this book, which was the most popular textbook--it was written for girls--but it was the most popular textbook in all chemistry, for the first half of the nineteenth century. It went through like 20-some editions. And here you see at the beginning it's a dialogue, a conversation between Mrs. B and Caroline and Emily, and it's fun to see this here, what Emily says at the beginning. "To confess the

truth Mrs. B, I'm not disposed to form a very favorable idea of chemistry, nor do I expect to derive much entertainment from it." But in the long run, as you can imagine, they have a lot of fun with chemistry. It was a wonderful book, and still is. But he was binding it, and read it. And look what he says about this, as his introduction to be the leading experimental scientist of the nineteenth century:

Ngày khi b n b c vào hôm nay, b n có chú ý nh ng th này ây ch a? Có m t b ng danh d c a các nhà hóa h c, và trong th c t , chúng ta dùng th ó nhi u trong h c kì này, và c bi t m t trong nh ng ng i ó là Michael Faraday, ng i ã b t u theo cách r t khiêm t n. Ông là ng i h c vi c trong m t hi u óng sách và ông ta ã óng sách này - không ph i phiên b n c th này mà là cu n sách này - nó có t a là *Conversations on Chemistry (Các cu c h i tho i v Hóa h c)*. Ông ã óng phiên b n l n th nh t. Cái này là phiên b n sau này. Vì v y, b n th y nó có t a là *Conversations on Chemistry in which Elements of that Science are Familiarly Explained and Illustrated by Experiments (Các cu c h i tho i trong hóa h c trong ó các y u t c a khoa h c ó c gi i thích theo cách thân m t và c minh h a b ng các thí nghi m)*. Và tác gi là ai? JL Comstock; ông th c s không ph i là tác gi , ông là k ánh c p nó. Ông l y tr m nó t m t ng i ph n , bà Marcet, Anh, ng i ã vi t cu n sách này, ó là sách giáo khoa ph bi n nh t - nó c vi t cho các em gái - nh ng nó ã tr thành sách giáo khoa n i tí ng nh t trong hóa h c, trong kho ng n a u th k XIX. Nó ã i qua phiên b n th 20 hay gì ó. Và ây b n nhìn th y u cu n sách là m t cu c i tho i, h i tho i gi a Bà B và Caroline và Emily, và th t thú v th y i u này ây, nh ng gì Emily nói lúc u. "Thú th t v i Mrs B, tôi không c hình thành m t ni m yêu thích hóa h c, và c ng không hy v ng nh n c nhi u ni m vui t nó." Tuy nhiên, v lâu dài, nh b n có th suy oán, h l i r t yêu thích hóa h c. ó là m t cu n sách tuy t v i, và hi n nay v n v y. Nh ng ông ta ã óng nó, và c nó. Và hãy xem nh ng gì ông ta nói v i u này, nh l i gi i thi u c a ông y ng i ta có th th y c ông là nhà khoa h c th c nghi m hàng u th k XIX:

"Do not suppose I was a very deep thinker or was marked as a precocious person. I was a very lively, imaginative person and could believe in the Arabian Knights as easily as the encyclopedia, but facts were important to me and saved me. I could trust a fact and always cross-examined an assertion. So when I questioned Mrs. Marcet's book by such little experiments as I could find means to perform, and found it true to the facts, as I could understand them, I felt I had got hold of an anchor in chemical knowledge and clung fast to it."

" ng cho r ng tôi ã là m t nhà t t ng r t sâu s c ho c c ghi nh n là m t ng i thông minh. Tôi ã r t sôi n i, con ng i t ng t ng và có th tin the Arabian Knights đ nh sách giáo khoa, nh ng s th t là quan tr ng v i tôi và ã c u r i tôi. Tôi có th tin t ng s th t và luôn luôn th m tra l i s th t. Vì v y, khi tôi h i cu n sách c a bà Marcet qua các thí nghi m nh nh v y khi tôi có th tìm ra ph ng ti n th c hi n, và th y nó úng v i s th t, khi tôi hi u chúng, tôi c m th y tôi ã n m c m t cái neo trong kí n th c hóa h c và nhanh chóng bám l y nó. "

So the experiments were what did it. So the third way of knowing is by experimental observation. And here's Richard Feynman. How many of you've heard of Richard

Feynman? He was a really great physicist, wrote a wonderful textbook as well as getting all sorts of prizes. He spoke to the National Science Teachers Association in 1966 saying,

Vì vậy, các thí nghiệm là những gì đã làm nó. Vì vậy, cách hiểu biết thực tế là qua quan sát thực nghiệm. Và đây là Richard Feynman. Bao nhiêu người trong các bạn đã nghe tên Richard Feynman? Ông là một nhà vật lý thực sự tuyệt vời, đã viết một cuốn sách giáo khoa tuyệt vời về những nguyên tắc các loại thí nghiệm. Ông đã nói chuyện với Hiệp Hội Giáo Viên Khoa Học Quốc gia năm 1966 rằng,

"Learn from science that you must doubt the experts. Science is the belief in the ignorance of experts. When someone says, 'Science teaches such and such,' he's using the word incorrectly. Science doesn't teach it; experience teaches it. If they say to you, 'Science has shown such and such,' you might ask, 'How does science show it? How did the scientists find out? How, what, where?' Not science has shown, but this experiment or this effect has shown."

"Nghiên cứu khoa học bắt đầu bằng những chuyên gia. Khoa học là niềm tin trong sự ngu dốt của các chuyên gia. Khi ai đó nói, 'Khoa học dạy này và này,' ông ấy đang sử dụng từ không chính xác. Khoa học không dạy nó; kinh nghiệm dạy nó. Nếu bạn nói với bạn, 'Khoa học đã cho thấy này và này,' bạn có thể hỏi, 'Làm thế nào khoa học chứng tỏ điều đó? Làm thế nào các nhà khoa học tìm ra? Làm thế nào, cái gì, đâu?' Không phải khoa học đã cho thấy, mà là thí nghiệm này và hiểu rằng này đã cho thấy."

Now, why do we quote Feynman? Because he's an expert. [Laughter] Wrong. Though literally, *expert*, the etymology of *expert*, is it means someone who has done experiments. We quote him because what he says makes sense. So logic is the fourth way of knowing things. So the two ways that we know things in chemistry, or in science, are experiment and logic. And the lecture is a little bit more focused on logic and the lab is more focused on experiment, and you get an unbalanced view if you do one without the other.

Bây giờ, tại sao chúng ta nêu ra Feynman? Bởi vì ông là một chuyên gia. [Laughter] Sai. Mặc dù theo nghĩa đen, các chuyên gia, thực chuyên gia, là từ dùng để chỉ một người nào đó đã thực hiện các thí nghiệm. Chúng ta nhắc đến ông ấy bởi vì những gì ông ấy nói có ý nghĩa. Vì vậy, logic là cách thức hiểu biết thực tế. Vì vậy, hai cách mà chúng ta biết các thứ trong hóa học, hoặc trong khoa học, là thực nghiệm và logic. Và các bài giảng tập trung hơi nhiều hơn một chút về logic và phòng thí nghiệm tập trung nhiều hơn về thực nghiệm, và bạn nhìn nhận một cách nhìn không cân bằng nếu bạn thực hiện một cái mà không thực hiện cái khác.

Okay, so modern science got underway in the seventeenth century. There's the seventeenth century, 1600 to 1700. And 1638 was when New Haven Colony was founded, and 1701 was when Yale was founded. So that's when everything got underway, just when this enterprise was beginning here. Here we are. If you go back 100 years you get to quantum, quantization by Planck; and we'll talk about that. And if you go back another 100 years you get to Lavoisier and oxidation; and we'll talk about that. And if you get another 100 years you get to Newton and gravitation; and we'll talk a little bit about that. And if you go back a little more, another 100 years, you get to Copernicus and

the revolution of the heavenly bodies, and Columbus and navigation, and Luther and the Reformation. And these things all have something in common. As Robert Hooke wrote, "The seventeenth century" (his age) "was an age, of all others, the most inquisitive."

cr i, v y khoa h c hi n i lúc này ang th k XVII. ó là th k XVII, t 1600 n 1700. Và 1638 là th i i m New Haven Colony c thành l p, và 1701 là th i i m Yale c thành l p. Vì v y, ó là khi m i th ang ti n tri n, ngay khi s nghi p b t u ây. y. N u b n quay l i 100 n m b n s n c h c l ng t , s l ng t hóa c a Planck; và chúng ta s nói v i u ó. Và n u b n quay l i 100 n m n a b n n Lavoisier và quá trình oxy hóa, và chúng ta s nói v i u ó. Và n u b n quay l i 100 n m n a b n n Newton và s h p d n; và chúng ta s nói m t ít v i u ó. Và n u b n quay l i m t chút, 100 n m n a, b n n Copernicus và cu c cách m ng trong thiên v n h c, Columbus và ngành hàng h i, và Luther và phong trào c i cách. Và t t c các th này u có i m chung. Nh Robert Hooke ã vi t, "Các th k XVII" (th i ông y ang s ng) "là m t th i kì th i kì huy n bí nh t trong t t c các th i kì."

All these things have to do with people inquiring into how people know things and finding out new things. And in particular an important figure was Francis Bacon and his *Instauration*. Now you may not know *The Instauration* so well, let's look at that. Here's Francis Bacon, there are his years. He was Elizabethan and Jacobean. He was almost exactly contemporary with Shakespeare, and with Galileo. He went to school, to university, at Cambridge. And here's a cartoon that shows him --it's a modern cartoon-- imagining him in a class at Cambridge. Because he wrote of his tutors at Cambridge:

T t c nh ng vi c này ph i th c hi n v i nh ng ng i tìm hi u làm th nào m i ng i bi t m i th và tìm ra nh ng i u m i. Và c bi t là m t nhân v t quan tr ng là Francis Bacon và cu n sách *Instauration* c a ông y. Bây gi có l b n không bi t nhi u v *The Instauration*, hãy nhìn vào ó. ây là Francis Bacon, ây là ti u s c a ông y. Ông thu c tri u i Ê-li-gia-bét và Giê-m I. Ông ã g n nh cùng th i v i Shakespeare, và v i Galileo. Ông ã i h c, vào i h c, Cambridge. Và ây là m t phim ho t hình mô t ông y- ó là m t phim ho t hình hi n i - t ng t ng ông y ang trong m t l p h c t i Cambridge. B i vì ông ã vi t v các th y c a mình t i Cambridge:

"They were men of sharp wits, shut up in their cells of a few authors, chiefly Aristotle, their dictator. All the philosophy of nature" (philosophy meant science in those days) "all the philosophy of nature, which is now received, is either the philosophy of the Grecians or that of the alchemists. The one is gathered out of a few vulgar" (that means 'common' of course) "observations, and the other out of a few experiments of a furnace. **The one never faileth to multiply words, and the other ever faileth to multiply gold.**"

"H là nh ng con ng i có trí tu nh y bén, gi u trong t bào h vài tác gi , ch y u là Aristotle, nhà c tài c a h . T t c tri th c c a t nhiên "(vào th i i m này tri th c có ngh a là khoa h c)" t t c tri th c c a t nhiên, nh ng gì nh n c lúc này, ho c là tri t h c c a Grecians ho c c a các nhà gi kim. M t cái thu c t các quan sát t m th ng "(t t nhiên i u ó có ngh a là 'ph bi n')", và cái còn l i thu c t các th c nghi m lò luy n kim. Các tri t gia ã không th truy n t t t ng c a mình còn các nhà gi kim thu t thì ã không th bi n s t thành vàng. "

So here's the book he wrote, *The Instauration*. That's the frontispiece for it. This picture's from the Beinecke Library; I went down and got a picture of the book. Notice it was published in 1620. What else happened then? That's when the Pilgrims came over, right? So the title of the book, rather small under his name and title as Lord Chancellor of England, is *Instauratio Magna*, which means the Great Restoration. Restoration of what? Of the way of knowing. A bigger, a part of it, it's called the *Novum Organum*, which is-- and it develops the inductive scientific method, based on experiment, to replace Aristotelian deduction, which is you maybe did one experiment sometime, and then you reason everything from that. But he says no, you have to do more experiments. Now there's an interesting thing here. One of the devices on the title, on this frontispiece, is two pillars. What in the world are they doing there? Well they're the same pillars that you see on this. That's a piece of eight; you know, *Treasure Island*, pieces of eight? See it's eight *reales*, and it came from the silver of Mexico; it was minted in Mexico City. So and there you see the same pillars and on them it says *plus ultra*; more beyond. Beyond what? What are the pillars? Pardon me?

Vâng, đây là cuốn sách ông viết, *The Instauration*. Đó là trang tựa của nó. Hình này lấy từ Thư viện Beinecke; Tôi đi xuống và nhận một bức ảnh của cuốn sách. Chú ý nó đã được xuất bản năm 1620. Còn gì khác nữa xảy ra sau đó? Đó là khi the Pilgrims đến, phải không? Vì vậy, tựa của cuốn sách, hình dưới tên ông viết Lord Chancellor of England, là *Instauratio Magna*, có nghĩa là sự phục hưng. Phục hưng cái gì? Cách thức hiểu biết. Cái hình này, một phần của nó, cũng là *the Novum Organum*, nó là - và nó phát triển phương pháp quy nạp khoa học, dựa trên thực nghiệm, thay thế phương pháp suy luận Aristotle, nghĩa là bạn có thể làm một thí nghiệm vào lúc nào đó, và sau đó bạn suy luận từ đó. Nhưng ông nói không, bạn phải làm thí nghiệm nhiều hơn nữa. Bây giờ có một điều thú vị đây. Một trong những thí nghiệm trên tiêu đề, trên trang tựa này, là hai cột trụ. Chúng ta làm gì đó trên thế giới? Vâng chúng là các trụ cột gì ng nhau mà bạn thấy trên đây. Đó là một đồng tiền; bạn đã biết, *Treasure Island*, những đồng tiền đó? Thấy nó có tám cánh, và nó được đúc ở Mexico; nó được đúc ở Mexico City. Vì vậy, và đó là bạn thấy các cột trụ gì ng nhau và trên chúng có ghi *plus ultra*; ngoài kia; nhiều hơn nữa. Ngoài cái gì? Các trụ cột là gì? Nhưng tôi nghe nào?

Student: Spain and Africa.

Tây Ban Nha và Châu Phi

Professor Michael McBride: Yes, it's Africa and Spain, but it's the Pillars of Hercules, which are the mouth of the Mediterranean, the old Classical World. So there's the Mountain of Moses in Morocco and the Mountain of Tarik, which is the name of Gibraltar. So here's the Mediterranean, the Classical World of Aristotle, and you can sail out into the New World and bring back silver, for example. There's danger of course. But look at what it says at the bottom. What will be brought back? Not just silver. *Multi pertransibunt & augebitur scientia* --"Many will pass through and knowledge will be increased." So we go beyond Aristotle into experimentally based science and knowledge will be increased.

Vâng, đó là Châu Phi và Tây Ban Nha, nhưng đó là trộm cướp Hercules, là miền cực bắc vùng Trung Hải, thì gì cũng đúng. Vì vậy, đó là núi cực bắc thánh Môise và Tarik, đó là tên cực bắc Gibraltar. Vì vậy, đây là vùng Trung Hải, thì gì cũng đúng của Aristotle, và bạn có thể thấy nó vào thì gì cũng đúng và mang triết lý, chúng ta thấy. Tất nhiên sẽ có nguy hiểm. Nhưng hãy nhìn vào những gì nó nói phía dưới. Cái gì sẽ mang triết lý? Không chỉ là bản. *Multi pertransibunt & augebitur scientia* - "Nhiều người sẽ đi qua và kiến thức sẽ tăng lên." Vì vậy, chúng ta sẽ vượt xa hơn Aristotle và kinh nghiệm đi vào khoa học và kiến thức sẽ tăng lên.

So here's some quotes from *The Instauration Magna*. "That wisdom which we have derived principally from the Greeks" (no offense, okay?) "is but like the boyhood of knowledge, and has the characteristic property of boys: it can talk but it cannot generate;" "...it is but a device for exempting ignorance from ignominy." That means it's a way of hiding your ignorance, and we'll see examples of that. We'll talk about, in Lecture 11, about correlation energy, and we'll talk in Lecture 32 about strain energy, and you'll see that both of these are just words that are used to hide our ignorance. "...the end which this science of mine proposes is the invention, not of arguments, but of arts" (ways of doing things). "...not so much by instruments" (although new instruments are important, like microscopes and so on) "as by experiments, skillfully and artificially devised for the express purpose of determining the point in question." (So artificial experiments designed to decide a question; experiments.) "And this will lead to the restoration of learning and knowledge."

Vì vậy, đây là một số trích dẫn từ *The Magna Instauration*. "Đó là sự khôn ngoan mà chúng tôi đã rút ra khỏi người Hy Lạp" (không có vi phạm, đúng không?) "là những người thiếu hiểu biết của kiến thức, và có những nét đặc trưng của bé trai: nó có thể nói chuyện, nhưng nó không trưởng thành;" "...đó chỉ qua là sự che giấu ngu dốt khi sự học hỏi." Vì vậy, có nghĩa nó là một cách che giấu sự thiếu hiểu biết của chúng ta. Vì vậy, chúng ta hãy xem các ví dụ về điều này. Chúng tôi sẽ nói về, trong Bài giảng 11, về mối liên hệ giữa năng lượng và chúng tôi sẽ nói trong bài giảng 32 về năng lượng bí ẩn, và bạn sẽ thấy rằng hai cái này chỉ là những thuật ngữ che giấu sự thiếu hiểu biết của chúng ta. "...Mục đích mà khoa học của tôi xuất hiện là sáng tạo, không phải tranh luận, những người thiếu hiểu biết" (cách làm việc). "...Không quá nhiều đáng sợ" (mặc dù các đáng sợ mới là quan trọng, như kính hiển vi và vv) "là do qua các thí nghiệm, khéo léo và giải thích ra bí ẩn mà mục đích của việc xác định chúng trong câu hỏi." (Vì vậy, các thí nghiệm nhân tạo có thể kiểm soát những câu hỏi; thí nghiệm). Và vì vậy, điều này sẽ dẫn đến sự tăng trưởng và kiến thức."

So followers of Bacon established The Royal Society in 1662, just after Charles was restored to England, after the period of Cromwell. And there was a history written of The Royal Society, a book about this thing, published in 1667, only five years after it was founded. Why did they publish a history so soon? Well let's look at this, the frontispiece of this book. Here's the late Francis Bacon, who was said to be *Artium Instaurator*, the Restorer of the Arts. And here's the President of The Royal Society, the mathematician, Viscount Brouncker, and here in the middle, being crowned with laurel, is Charles II. Why do they have him up on a pedestal? Because they're hoping, as

scientists have before and ever since, to extract some money out of the government to do their research. They actually never got it from Charles but it wasn't for lack of trying. And this is why they wrote the history, to try to make the case for being supported.

Vì vậy các môn học của Bacon đã thành lập Hội Hoàng Gia vào năm 1662, ngay sau khi Charles bị phế truất ở Anh, sau giai đoạn Cromwell. Và đã có một lịch sử về Hội Hoàng Gia, một cuốn sách được xuất bản năm 1667, chỉ năm năm sau khi hội được thành lập. Tại sao họ xuất bản một lịch sử lâu như vậy? Vâng chúng ta hãy xem xét cái này, trang đầu của cuốn sách này. Đây là Francis Bacon quá cố, người được cho là Artium Instaurator, người phục hưng nghệ thuật. Và đây là Chủ tịch của Hội Hoàng Gia, các nhà toán học, Viscount Brouncker, và đây là người đứng đầu, Charles II. Tại sao họ đưa ông lên trên một bảng? Bởi vì hàng hy vọng, như các nhà khoa học có trước đây và kết quả, quyền góp phần của chính phủ thì chính các nghiên cứu của họ. Họ thì không bao giờ nhận nó từ Charles, nhưng họ không làm họ nên chỉ. Và đây là lý do tại sao họ đã viết lịch sử, để công nhận hoàn cảnh như thế này.

Okay, now let's look at all the good things that will come from science, from The Royal Society. In the background can you see what that is? We'll blow it up. Here there's a hint to it on the bookshelf. If you look really fine on the bookshelf you can see that some of them have writing on the spine. Do you see what that one is? Can anybody read it? What? What science book do you think they might have had?

Ờ ừ, bây giờ hãy xem xét tất cả những gì từ phần khoa học, từ Hội Hoàng Gia. Trong lịch sử bạn có thể xem đó là gì không? Chúng ta sẽ phóng nó lên. Đây có một gợi ý về nó trên kệ sách này. Nếu bạn nhìn thật kỹ trên kệ sách bạn có thể thấy rằng một số trong chúng ta đã viết **trên các trang**. Bạn có thể thấy cái này là gì không? Ai có thể nói nó? Gì? Cuốn sách khoa học nào mà bạn nghĩ họ có thể có?

Student: Copernicus.

Professor Michael McBride: Copernicus, right? So astronomy; that's a telescope in the back. Okay, or over here on the wall, what's that thing? It's a clock. Why is it shaped like a piece of pie?

Copernicus, phải không? Vì vậy, thiên văn học, đó là một kính thiên văn mới sau. Ờ ừ, hoặc ngay kia trên tường, cái đó là gì? Đó là một đồng hồ. Tại sao nó có hình dạng như một miếng bánh nướng?

Student: Because it has a pendulum inside.

Bởi vì nó có một con lắc bên trong

Professor Michael McBride: Ah, because it has a pendulum inside. So horology, making good clocks. Okay, or here, what's that thing? It's hard for you to know.

Ah, bởi vì nó có l c bên trong. Vì vậy thu t o th i kh c, t o ra nh ng ng h t t. c r i, ho c ây, cái ó là gì? Th t khó b n bi t.

Student: Solar.

M t tr i

Professor Michael McBride: It's a wind gauge. It has a vane inside that it blows on --and you can tell from how far it goes on the scale how strong the wind is. So meteorology. And back here on the pillar, what are those things for?

Nó là m t cái o gió. Nó có m t chong chóng bên trong chong chóng th i gió - và b n có th bi t c nó i bao xa t l v i gió m nh bao nhi êu. Vì v y, khí t ng thu v n. Và tr l i ây trên các c t tr , nh ng cái ó dùng làm gì?

Students: A compass.

La bàn

Professor Michael McBride: For cartography. Now what do all these things have in common that they're going to do for Charles II? Astronomy —

Cho khoa nghiên c u b n . Bây gi t t c nh ng th này có i m chung gì mà chúng có th có ích cho Charles II? Thiên v n h c --

Student: For the records.

Cho h s

Professor Michael McBride: Good clocks, meteorology, cartography, what —

Các ng h t t, khí t ng h c, nghiên c u b n , cái gì—

[Students speak over one another]

Professor Michael McBride: They all have to do with navigation, with making England strong at sea. Now back here is another science, Chemistry. That doesn't seem to have anything to do with navigation. Why would Chemistry be important to Charles?

T t c chúng c n cho ngành hàng h i, làm cho n c Anh hùng m nh trên bi n. Bây gi tr l i ây là m t khoa h c khác, Hóa h c. Nó có v nh không liên quan gì n ngành hàng h i. T i sao Hóa h c là quan tr ng i v i Charles?

Student: War.

Chi n tranh

Professor Michael McBride: Look at it.

Nhìn này

Student: War.

Chiến tranh

Professor Michael McBride: To make gun powder. There was a chapter about gun powder in *The History of the Royal Society*. Okay, and up here at the top is the motto, which is *Nullius in Verba*, which comes from this quote from Horace, and what it says is, "Lest you ask who leads me, in what household I lodge" (that is, what philosophy I advocate) "there is no master in whose words I am bound to take an oath. Wherever the storm forces me, there I put in as a guest." So it's the experiment, not the philosopher, that leads you to the conclusion. So *Nullius in Verba* is 'in the words of none.' And, in fact, the original name of The Royal Society was The Royal Society for the Improving of Natural Knowledge by Experiments.

chính là thu c súng. Có một chương riêng về thu c súng trong The History of the Royal Society (Lịch sử của Hội Hoàng Gia). Chính là, và lên đây là ph ngôn châm, đó là *Nullius in Verba*, nó chính trích dẫn từ Horace, và nh ngôn gì nó nói là, "Không phải các b nh ai là người dẫn dắt tôi, trong ngôi nhà nào tôi đã trú ngụ" (tức là tôi nh triết lý của ai) "không có b c th y trong nh ngôn t mà tôi b ràng bu c th . B t c khi nào đông bão gây áp l c cho tôi, tôi t vào nh là khách." Vì v y, chính th c nghi m, ch không ph i các nhà triết h c, đ n b n n k t lu n. Vì v y, *Nullius in Verba* ý mu n nói là không.' Và, trên th c t , tên ban u c a Hội Hoàng Gia là Hội Hoàng Gia Nâng cao ki n th c v t nhiên b ng th c nghi m.

Okay, so we're going to see, as the course goes along, important experiments that really decided questions, and in fact Bacon's most important kind of experiment was one that "finally decides between two rival hypotheses, proving the one and disproving the other." So you can do all sorts of experiments and just be collecting butterflies --no, I don't mean to insult people who collect butterflies, it's a fine thing to do. But there's something special about experiments that really are designed to answer a question. Now Bacon devised a name for such experiments, and they're based on this model, that you have a road that diverges and you need to know which way to go between these two hypotheses. What do you need, to know which way to go? You need a sign, or this was a cross that you mounted at a crossroads. So the Latin name for cross is *crux*. Do you see what they call the experiment? Crucial. That's the origin of the word crucial, right? It's the one that tells you which way to go. Okay, so here is Isaac Newton and he's holding something. Can you see what he's holding in his hand?

Chính là, vì v y chúng ta s th y, khi khóa h c đi n ra, các thí nghi m quan tr ng th c s ã quy t nh các câu h i, và trong th c t , lo i thí nghi m quan tr ng nh t c a Bacon là cái mà "cu i cùng quy t nh gì a hai gì thuy t i l p nhau, ch ng minh m t cái và bác b cái kia. " Vì v y, b n có th th c hi n t t c các lo i thí nghi m và ch thu th p

b m - không, tôi không có ý xúc phạm nh ng ng i s ut p b m, ó là m t i u t t làm. Nh ng có i u gì ó c bi t v các thí nghi m th c s c thi t k tr l i m t câu h i. Lúc này Bacon ã ngh ra tên cho các thí nghi m ó, và chúng đ a trên mô hình này, r ng b n có m t con ng r ra và b n c n ph i bi t con ng nào i gi a hai gi thuy t này. B n c n gì có th ch n c con ng i? B n c n m t đ u hi u, ho c ây là m t đ u th p mà b n t t i m t ngã t . Vì v y, tên ti ng Latin c a đ u th p là crux. B n có bi t h g i th c nghi m là gì không? Crucial. ó là ngu ng c c a t crucial, úng không? ó là cái cho b n bi t con ng nào i. c r i, vì v y ây là Isaac Newton và ông ang c m cái gì ó. B n có th y ông ta gi cái gì trong tay không?

Student: A candle.

Cây n n

Professor Michael McBride: I'll give you a hint. It's a prism. Why is he holding a prism? Because that was his crucial experiment; and here's his diagram in that experiment with a prism in it. He called it the *Experimentum Crucis*, taking the word from Bacon. Okay, so light came in through a hole in the window, through a lens, and then got bent and dispersed into the different colors. So you get a spectrum here on this thing, the different colors. Now there's the question, how does the prism make color? Hooke and Descartes thought that light was a train of pulses and as it goes through something like a prism, or as it reflects from a thin layer of oil on water or something like that, that it changes the timing of the pulses and therefore changes the color. But Newton thought that the colors were pre-existing, and the prism just separates them. And this was his crucial experiment to decide between those two theories. You see what he did? He drilled a hole through the board and let through only the red light, and put a second prism there. And he wrote here, three times--he wrote it here, and also here, and also here--*nec variat lux fracta colorem*; which means "the broken light does not change its color." So this proved to Newton, at least at that time, that light is a substance, not a train of pulses. What do you think of that proof now? You think light is a substance or a train of pulses?

Tôi s cho b n m t g i ý. ó là m t l ng kính. T i sao ông ang gi m t l ng kính? B i vì ó là m t thí nghi m r t quan tr ng c a ông y, và ây là s c a ông y trong th nghi m ó v i m t l ng kính trong ó. Ông g i nó là the *Experimentum Crucis*, m n t t Bacon. c r i, do ó, ánh sáng i qua m t l c a s , qua m t th u kính, và sau ó ã b cong và phân tán thành các màu s c khác nhau. Vì v y, b n có c m t ph ây trên cái này, các màu s c khác nhau. Bây gi có câu h i, làm th nào các l ng kính t o ra màu? Hooke và Descartes ngh r ng ánh sáng là dẫy xung và khi nó i qua m t cái gì ó nh m t l ng kính, ho c khi nó ph n x t m t l p đ u m ng trên n c ho c v.v..., nó thay i th i gian c a các xung và do ó thay i màu s c. Nh ng Newton ngh r ng nh ng màu s c t n t i tr c, và l ng kính ch c n tách chúng. Và ây là thí nghi m r t quan tr ng quy t nh gi a hai lý thuy t ó. B n th y nh ng gì ông ta ã làm không? Ông ã khoan m t l qua t m b ng và ch cho ánh sáng i qua, và t m t l ng kính th hai ó. Và ông ã vi t ây, ba l n - ông ã vi t nó ây, và c ng có ây, và c ng ây - *nec variat lux fracta colorem*; có ngh a là ánh sáng b gẫy không thay i màu s c c a nó." Vì v y, i u này ch ng t cho Newton, ít nh t là t i th i i m ó, ánh

sáng là m t v t ch t, không ph i là m t dẫy xung. B n ngh gì v b ng ch ng ó bây gi ?
B n ngh r ng ánh sáng là m t v t ch t ho c chu i các xung?

Students: Both.

C hai

Student: Neither.

Không cái nào

Professor Michael McBride: But at least you can see that in terms then, that was a crucial experiment, a really important experiment, and that's the kind of experiments we'll try to talk about in the course. Experiments are indispensable in Organic Chemistry. It's an empirical science based on observation, and that's why you have to take the lab. But so is logic--that was number three and number four of the ways of knowing --logic is important too. So believe what I tell you here only when it makes sense to you. Don't just cram it in, make sure it makes sense. But what if it doesn't? Now here's how to succeed in Chem. 125, and we'll take as our model science student Samuel Pepys. How many people have heard of Samuel Pepys? Have you heard of him as a scientist?

Nh ng ít nh t b n có th th y r ng trong i u ki n ó, ó là m t thí nghi m r t quan tr ng, m t thí nghi m th c s quan tr ng, và ó là các lo i thí nghi m mà chúng ta s c g ng c p n trong khóa h c. Thí nghi m không th thi u trong Hóa h c h u c . ây là m t khoa h c th c nghi m đ a trên quan sát, và ó là lý do t i sao b n ph i làm thí nghi m. Nh ng nh v y là logic - ó là cách th ba và th t hi u bi t - logic c ng quan tr ng n a. Vì v y, tin nh ng gì tôi nói v i b n ây ch khi nó rõ ràng i i v i b n. ng ch nh i nhét nó vào, hãy ch c ch n nó có ý ngh a. Nh ng n u nh nó không có ngh a thì sao? Bây gi ây là cách thành công trong Hóa h c. 125, và chúng ta hãy l y ví d v m t sinh viên g ng m u Samuel Pepys. Có bao nhiêu ng i ã nghe nói v Samuel Pepys? Các b n có nghe anh ta nh là m t nhà khoa h c ch a?

Student: I don't remember.

Em không nh

Professor Michael McBride: What did you hear of him as? What do you associate with Samuel Pepys?

B n ã nghe nói n anh ta v i t cách là gì? B n liên h cái gì v i Samuel Pepys?

Student: Newton-Pepys Problems.

Sinh viên: Bài toán Newton-Pepys

Professor Michael McBride: Right in this period, in the heart of the science growth. But what you know him for was his diary, which tells all about life, everyday life in Restoration London. He was actually, as a sixteen-year-old, present when Charles I was beheaded in 1649. Now what's the connection? Do you know where this is? Anybody been there? Dixwell, Goffe and Whalley Avenues, those are named for three of the 50 judges that condemned Charles I to be beheaded, and they were the only ones that lasted very long, after the Restoration, and they lasted because they fled to New England and were hidden on West Rock. All these roads are heading west toward West Rock. Okay, so that's a tie-in to the same period. But anyway, he got his B.A. in Cambridge in 1654 and a Master's in 1656. And he got a good job, he became Clerk of the Acts for the Navy Board, which meant he was the guy that purchased everything for the Royal Navy, all the rope, all the tar, all the lumber and so on. And on July Fourth, 1662 --it's the fourth of July but it's more than 100 years before that became relevant --he writes in his diary, "By and by comes Mr. Cooper, mate of the *Royall Charles*, of whom I intend to learn mathematiques, and do begin with him to-day, he being a very able man... After an hour's being with him at arithmetique (my first attempt being to learn the multiplication-table); we then parted till tomorrow."

Ngày trong thời gian này, tôi trung tâm của sự phát triển khoa học. Nhưng bạn biết về ông ấy thông qua nhật ký của ông ấy, nó cho biết tất cả về cuộc sống hàng ngày London thời kỳ khôi phục quân chủ. Ông ấy thức suốt đêm khi Charles I đã bị chặt đầu năm 1649. Bây giờ sẽ kể tên là gì? Bạn có biết đây là nơi nào không? Có ai đã từng ở không? Dixwell, Goffe và Whalley Avenues, những cái đó có tên cho ba trong số 50 thẩm phán kết án chặt đầu Charles I, và họ là những người duy nhất sống sót lâu, sau thời kỳ khôi phục quân chủ, và còn sống vì họ đã bay đến New England và trú ẩn ở West Rock. Tất cả những con đường này hướng về phía tây về West Rock. Bởi vì, vậy đó là một sự liên tiếp cùng thời kỳ. Nhưng dù sao đi nữa, ông ấy nhận bằng cử nhân văn chương Cambridge năm 1654 và thạc sĩ năm 1656. Và ông ấy nhận công việc tốt, ông trở thành Thư ký của Hội đồng Quân sự Công vụ cho Hội quân, vì vậy có nghĩa là ông ta là người mua tất cả vật tư cho Hội quân Hoàng gia, tất cả các dây thừng, tất cả các nhả thuốc lá, tất cả các gậy và vv. Và vào ngày bốn tháng bảy, 1662 - đó là ngày bốn tháng bảy như ông ấy đã hơn 100 năm trước khi đi vào trở thành thích ứng - ông viết trong nhật ký của mình, "Lát nữa khi đến Ông Cooper, bạn của Charles Royall, ngày mà tôi có ý định mua những cuốn sách toán học của ông ấy, và bắt đầu với ông ấy hôm nay, ông ấy là người rất có năng lực... Sau một giờ ngồi chung với ông ta học sách (năng lực ưu tiên của tôi là tìm hiểu về ngôn ngữ); sau đó chúng tôi chia tay cho đến ngày mai."

So here was the guy doing all the purchasing for the Royal Navy and he didn't know multiplication, let alone division. But he worked hard at it. July ninth, five days later: He's "Up by four o'clock, and at my multiplicacion-table hard, which is all the trouble I meet withal in arithmetique." He can do the other things pretty well. July eleven: "Up by four o'clock and hard at my multiplicacion-table, which I am now almost master of." Christmas--so six months later: "...so to my office, practicing arithmetique alone and making an end of last night's book with great content till eleven at night and so home to supper and to bed." Or a year later--so he was motivated and he was diligent; that's good.

A year later, on a Sunday: "...I below by myself looking over my arithmetique books and timber rule. So my wife arose anon and she and I all the afternoon at arithmetique," [laughter] "and she has come to do Addition, Subtraction and Multiplication very well, and so I purpose not to trouble her yet with Division..." Right? [Laughter] So he worked with a study partner, and that's crucial. And Isaac Newton --does anybody recognize this book?

Vì vậy, đây là người thực hiện việc mua sắm cho Hoàng gia và ông đã không bị phép nhân, phép chia mất mình. Nhưng ông đã làm việc chăm chỉ vì nó. Ngày chín tháng bảy, năm ngày sau đó: Ông ta viết "Hơn bản ghi, và tính bằng cách của tôi, nó là tất cả các khó khăn mà tôi gặp phải trong sách." Ông có thể làm những việc khác khác. Ngày mười tháng bảy: "Hơn bản ghi và khó khăn về việc bằng cách của chúng, cái mà hầu như bây giờ tôi đã quên." Giáng sinh - rưỡi sáu tháng sau: "...ở trong phòng của tôi, thực hành sách của mình và làm một cuốn sách của em trai của tôi để dùng làm quà tặng cho em và vợ nhà bạn và gia đình." Học mất năm sau đó - vì vậy ông đã có công việc và ông đã siêng năng; ít ỏi. Một năm sau, vào một chủ nhật: "...Tôi tìm kiếm sách sách và các quy tắc làm việc. Vì vậy, chúng bao lâu với tôi đã sinh và chết và cô ý vào buổi chiều cùng học, [C] "và cô đã nhận thức rằng, nhân rớt, và vì vậy tôi có ý nghĩ không muốn làm khó cô ý về phép chia ..." đúng không? [Laughter] Vì vậy, ông đã làm việc vì một tác nghiên cứu, và đó là điều rất quan trọng. Và Isaac Newton - có người nào nhận ra sách này không?

Student: Yes, sure.

Vâng, tất nhiên

Professor Michael McBride: Right? *The Mathematical Principles of Science, of Natural Philosophy*. But there's an interesting thing on the title page. Samuel Pepys is the one who gave permission to publish that book, because he was the president of The Royal Society. Now six years later Pepys encountered a problem with dice. The reason was he went to coffee shops every night for dinner and they'd gamble, and people proposed various kinds of bets, and he couldn't figure out this one, so he wrote Newton for help. So this was the problem that he wrote to Newton, twenty-second of November. So A has six dice in a box, and he has to throw a Six by throwing it; B has 12 dice and he has to fling two Sixes; and C has 18 Dice but he has to get 3 Sixes to win. The question, "Whether B and C have not as easy a Task at A, at even luck?" That is, if the dice aren't loaded or anything, who has the better bet? [Laughter]

Đúng không? *The Mathematical Principles of Science, of Natural Philosophy* (Các nguyên lý toán học Khoa học, của Triết học tự nhiên). Nhưng có một điều thú vị trên trang tiêu đề. Samuel Pepys là người đã cho phép xuất bản cuốn sách đó, bởi vì ông là chủ tịch của Hoàng gia. Bây giờ sáu năm sau Pepys gặp phải vấn đề về con súc sắc. Lý do là ông quản cà phê mỗi đêm và hầu như ánh sáng, và người ta xuất hiện với các cá cược khác nhau, và ông không thể suy ra cái này, do đó, ông đã viết cho Newton để giúp. Vì vậy, đây là vấn đề mà ông đã viết cho Newton,

vào ngày 22 tháng m i m t. Vâng A có 6 con súc s c, ph i gieo c 1 con 6, B có 12 con, ph i gieo c 2 con 6, C có 18 con, ph i gieo c 3 con 6. H i ai có xác su t th ng cao nh t, v n may ngang b ng". Ngh a là, n u con súc s c không c làm n ng thêm thì ai có c h i th ng h n? [C i]

How many people think that it's the same? Don't be shy. How many think it's A? How many think B? How many think C? How many don't really have any opinion at all? Good, that wins. Okay, so he wrote this letter to try to get help on his bets from Newton, and Newton replied, four days later, "What is the expectation or hope of A to throw every time one six, *at least*, with six dyes?" So you get two sixes you still win; that wasn't clear in the original statement. So he says, "If we formulate the question that way, it appears by an easy computation that the expectation of A is greater than B or C; that is, the task of A is the easiest." There's the answer. So Pepys replied on the sixth of December: "You give it in favour of the Expectations of A, & this (as you say) by an easy Computation. **But yet I must not pretend to soe much Conversation with Numbers, as presently to comprehend as I ought to doe, all the force of that wch you are pleas'd to assigne for the Reason of it, relating to their having or not having the Benefit of all their Chances.**" So he wasn't ashamed to admit that he didn't really understand --that's crucial. "And therefore, were it not for the trouble it must have cost you, I could have wished for a sight of the very Computation. "

Bao nhiêu ng i ngh r ng h có c h i th ng b ng nhau? ng ng i. Bao nhiêu ngh r ng ó là A? Bao nhiêu ngh B? Bao nhiêu ngh C? Bao nhiêu th c s không có b t k ý ki n nào c ? T t, bên ó th ng. c r i, do ó, ông ã vi t th này c g ng nh n s giúp trong vi c cá c c c a mình t Newton, và Newton tr l i, b n ngày sau ó, "k v ng ho c hy v ng A gieo m i l n m t con sáu là bao nhiêu, ít nh t, v i sáu màu?" Vì v y, b n nh n c hai con sáu b n v n giành chi n th ng, i u ó không rõ ràng trong câu u. Vì v y, ông y nói: "N u chúng ta l n theo câu h i ó, qua m t tính toán d dàng ta d th y r ng kì v ng c a A l n h n B ho c C; ngh a là, A là d th ng nh t." ó là câu tr l i. Vì v y, Pepys tr l i vào th sáu c a tháng m i hai: "B n ng h kì v ng c a A, & i u này (nh b n nói) qua m t tính toán n gi n. Nh ng tôi không ph i gi v th o lu n quá nhi u v các con s , khi ch ng m y ch c hi u th u áo nh tôi ph i làm, t t c các áp l c c a i u ó cái mà b n c hoan nghênh chia ph n vì lí do ó. " Vì v y, ông ta ã không x u h th a nh n r ng ông ã không th c s hi u – i u ó quan tr ng. "Và do ó, khó kh n không làm b n t n kém tôi mu n ki m tra kh n ng tính toán c a các b n."

Can you show me how to figure it out? And he wanted that because somebody might change **the terms of** the bet and then he wouldn't know. He wanted really to understand. He insisted on proof. So this is two of the pages from Newton's correspondence of the letter that he wrote in response, and you can see that Pepys certainly got more than he had bargained for. "So to compute this I set down the following progressions of numbers." So you can go through all this and you get complicated quotients here, and it turns out that A has 31,031 chances out of 46,656, or 0.6651 chance of winning, and B has this, which is 0.6187; A wins. So is Pepys satisfied with this? Pepys writes back and he says, "Why? " Right? **"I cannot bear the Thought of being made Master of a Jewell I know not how to**

wear." So he's willing to swallow his pride to search for really solid understanding. Now compare this with a comment we got at an end-of-semester evaluation in January a year ago. "I never went to his office hours for help because I felt like he would make me feel stupid, because he's superior to me in chemistry." I hope I'm superior to you in chemistry. [Laughter] I'm not superior as a person, but I hope I'm superior in chemistry. You're paying me the big bucks because of that. So swallow your pride and ask someone for help. Follow Pepys.

B n nào có th ch cho tôi cách suy lu n ra nó không? Và ông ta mu n i u ó b i vì ai ó có th thay i các i u kho n t c c và sau ó ông s không bi t. Ông y mu n th c s hi u. Ông kh ng nh trên b ng ch ng. Vì v y, ây là hai trang th tr l i c a Newton , và b n có th th y r ng Pepys ch c ch n có nhi u h ñng d tính. "Vì v y, tính toán i u này tôi gán nh ng chu i s sau." Vì v y, b n có th xem xét t m t t c i u này và b n nh n c nh ng th ng ph c t p ây, và hóa ra là A có 31.031 trên 46.656, ho c 0,6651 c h i chi n th ng, và B có cái này, ó là 0,6187; A th ng. V y Pepys có hài lòng v i i u này không? Pepys vì t l i và ông ta nói, "T i sao?" Ph i không? "Tôi không th mang t t ng tr thành ông ch c a Jewell tôi không bi t cách ch p nh n." Vì v y, ông s n sàng d p i tính t cao c a mình tìm ki m s hi u bi t th c s v ng ch c. Bây gi so sánh i u này v i m t bình lu n mà chúng tôi nh n c vào lúc ánh giá cu i kì vào tháng m t n m tr c . "Tôi không bao gi i n vào gi làm vi c c a ông y c giúp vì tôi c m th y nh ông s làm cho tôi c m th y ngu ng c, vì ông ta gi i h n tôi v hóa h c." Tôi hy v ng tôi gi i h n b n v hóa h c. [C i] Tôi không ph i là ng i a v cao h n, nh ng tôi hy v ng tôi cao h n trong hóa h c. B n ang tr cho tôi m t kho ng ti n h c phí l n vì i u ó. Vì v y, hãy quên i ni m kiêu hãnh c a b n và yêu c u ng i giúp . Làm theo Pepys.

So read "Pepys and Newton" and get together to do problems for Monday, and contribute to the Wiki when you're asked to do so. So here are problems. For Friday the problems are optional but very helpful. One is find out which two class members have the rooms nearest you so that you can maybe use them as study partners. You don't have to use them, use anybody, but use someone, don't try to go it alone. Two. What are the three most common items of advice from course veterans? So if you click there, or go to the webpage, you can get anonymous advice; I was careful to make sure it's anonymous. So you can get all--much of it is contradictory, so your job is to look through it and try to get some idea of what they're telling you that's worth knowing. For Monday there are problems from that webpage, "Pepys & Newton." And let me tell you that you better get together with other people to do it, because there's a lot of stuff there. So get together in a group, parcel out who works on what, discuss what went on and so on. And then for a week from Friday there's stuff about drawing Lewis Structures, from another webpage about functional groups. So we'll get to that later, I just wanted you to know what's coming up. Incidentally, this thing about the problems set that has to do with the mathematics that Newton and Pepys were working on there, has to do with isotope ratios. You know, chlorine has a funny atomic weight. Why? What is the atomic weight, does anybody know?

Vì vậy, hãy viết “Pepys và Newton” và cùng nhau làm bài tập vào thứ hai, và đóng góp vào Wiki khi bạn có yêu cầu làm như vậy. Vâng, đây là các bài tập. Vào thứ sáu các bài tập là tùy chọn nhưng rất hữu ích. Mục tiêu là tìm ra hai thành viên lớp có phòng gần bạn nhất, bạn có thể có thể sử dụng hình ảnh là nhà nghiên cứu. Bạn không cần thì thi phần chung với họ, mà có thể là bất cứ ai khác, không nên học tập mình. Hai. Bài tập khuyến khích bạn nghĩ về những gì đang xảy ra là gì? Vì vậy, bạn đưa vào đó, hoặc vào trang web, bạn có thể nhận lời khuyên ngắn gọn; Tôi đã cần thì thi để chọn rằng nó là vô danh. Vì vậy, bạn có thể nhận lời khuyên ngắn gọn - phần lớn trong chúng tôi ngược chiều nhau, do đó, công việc của bạn là hãy xem xét cần thì thi nó và cố gắng nhận được một số ý tưởng về những gì đang xảy ra ở đây. Vào thứ hai sẽ có những bài tập trên trang web, “Pepys & Newton.” Và tôi khuyến khích bạn nghĩ về nó cùng với người khác, bởi vì có rất nhiều điều ở đó. Vì vậy, hãy tham gia vào một nhóm, phân công ra nhiệm vụ và những gì, thảo luận các vấn đề và vậy. Và thứ sáu tuần sau sẽ có những bài tập về cấu trúc Lewis, tìm kiếm trang web khác về các nhóm chức năng. Vì vậy, chúng ta sẽ nói sau, tôi chỉ muốn bạn biết điều gì đó. Naturalmente, các xu hướng bài tập này phần lớn chỉ liên quan đến toán học mà Newton và Pepys đã nghĩ làm trên đó, phần lớn về các tính toán về. Bạn đã biết, clo có một nguyên tử khối lý thú. Tại sao? Nguyên tử khối bằng bao nhiêu, có ai biết không?

Student: 35.5.

Professor Michael McBride: Thirty-five and a half. Why a half? Most of the elements are pretty near integers. It's because it's a mixture of isotopes. It's a quarter of one isotope and three-quarters of the other, and the average is thirty-five and a half; thirty-five and thirty-seven. But in fact it depends on where you get chlorine from, what the ratio is. There's thirty-five and a half for a standard atomic weight, but it ranges quite a bit, depending on where you get it. So by measuring these ratios, which is a lot like these odds in the betting, you can tell where things came from. You can tell where hydrocarbons came from sometimes that way. And those are the problems that you have to deal with. So it's not really very, very relevant to the course as a whole, but it's relevant to the Pepys and Newton thing and it's a fun problem. So that's what you've got to do for Monday.

Ba mol và một phần hai. Tại sao một nửa? Hầu hết nguyên tử khối của các nguyên tố gần bằng một số nguyên. Đó là bởi vì nó là một hỗn hợp của các đồng vị. Nó là một phần tư của một đồng vị và ba phần tư của đồng vị khác, và trung bình là ba mol và một phần hai; ba mol và ba mol. Nhưng trong thực tế, nó phụ thuộc vào nơi bạn thu clo, các nguyên tố khác nhau có các đồng vị khác nhau. Đó là ba mol và một phần hai về mặt khối lượng nguyên tử tiêu chuẩn, nhưng nó trở nên dài một chút, tùy thuộc vào nơi bạn thu nó. Vì vậy, bằng cách đo lường này, nó giống như những gì đang xảy ra trong các xu hướng của các hydrocarbon theo cách đó. Và đó là những gì mà bạn phải ghi nhớ. Vì vậy, nó không thực sự rất thích hợp cho khóa học này, mà nó có liên quan đến số vì của Pepys và Newton và đó là một vấn đề thú vị. Vì vậy, đó là những gì bạn phải làm cho ngày thứ hai.

Okay, and here are the assignments. I emailed all these people. I hope you're here, and that you picked up on what we talked about today so that you can improve the Wikis from last year. Last year people developed their Wikis from scratch. This time--which is a very valuable thing to do. So I was torn this year as to whether to have you do them from scratch or whether to modify last year. I figured modifying last year is better because then you have something to read earlier on, for those who are not working on developing it. So anyhow, but the hope is--so if you modify it--it has to be something significant, not put a comma in or something like that, but add something useful to understanding. If you do it within thirty-six hours, you get two points, and if what you do is really good, you get three points. So you go to that page and you click on those things and then you can read what--or you can either modify them or read it; it's a Wiki.

cri, và đây là nh ng bài t p. Tôi ã g i mail cho t t c nh ng ng i này. Tôi hy v ng b n ang ây, và r ng b n ch n nh ng gì chúng ta nói hôm nay b n có th c i thi n Wikis t n m ngoái. N m ngoái, ng i ta ã phát tri n Wikis c a h t u. Th i gian này - ó là m t i u r t có giá tr làm. Vì v y, trong n m nay tôi ang phân vân không bi t là nên làm chúng t u hay là i u ch nh t n m tr c. Tôi ngh i u ch nh t n m tr c là t t h n b i vì nh ó b n có m t cái gì ó c tr c, i v i nh ng cái ó ng i ta ã không làm vì c phát tri n nó. Vì v y dù sao ch ng n a, nh ng hy v ng là - vì v y n u b n s a i nó - nó ph i là th gì ó có ý ngh a, không ph i t m t d u ph y vào hay th gì ó t ng t th , mà thêm m t cái gì ó có ích cho s hi u bi t. N u b n làm i u ó trong vòng ba m i sáu gi , b n s có c hai i m, và n u nh ng gì b n làm là th c s t t, b n s có c ba i m. Vì v y, b n hãy vào trang ó và click vào nh ng th ó và c - ho c b n có th thay i chúng ho c c nó, nó là m t Wiki.

Now, we come to the question that we'll address more. We have another five minutes here. The question we're really dealing with now, having seen how to work in Chem. 125, is are there atoms and molecules; how do you know? And what force holds them together? Because if we knew that they're real, and we knew what force held them together, then in principle we might be able to calculate everything. So it would all be theory. So is it springs that hold atoms together? So Robert Boyle--notice he's right at that time, 1627 to 1691, and he's the oldest person that's on the Honor Roll outside the building here, he's over that way--so Robert Boyle wrote this first important book in chemistry, *New Experiments Physico-Mechanical: Touching the Spring of Air*. So you know Boyle's Law, how pressure and volume change, that air in a piston acts like a spring. So PV is a constant; that's Boyle's Law. So he developed this science on the basis of a new instrument, the pneumatical engine, which was built by Robert Hooke, the guy we quoted. And there's a picture of the air pump here with that crank on it, and so on to pump things in or out of that bulb. Now a couple of years later Hooke wrote this book, *Lectures, De Potentia Restitutiva, or of Spring*, explaining the power of springing bodies. And this is the beginning of that book. "The Theory of Springs, though attempted by divers eminent Mathematicians of this Age has hitherto not been Published by any. It is now about eighteen years since I first found it out, but designing to apply it to some particular use, I omitted the publishing thereof." So he kept it secret so no one would steal the idea. What did he hope to do with a spring, a really important technology that he could do with a spring? There was a coil in the spring that he depended on.

Bây giờ, chúng ta đi vào các câu hỏi mà chúng ta sẽ tập trung nghiên cứu. Chúng ta có thêm năm phút nữa đây. Các câu hỏi chúng ta đang thảo luận là: tại sao chúng ta cần nghiên cứu về nguyên tử và phân tử hay không; làm thế nào để biết được? Và những loại nào giúp chúng ta hiểu về nhau? Bởi vì nếu chúng ta biết rằng chúng ta có thể, và loại nào giúp chúng ta hiểu về nhau, thì về nguyên tắc chúng ta có thể có những tính toán tốt hơn. Vì vậy, thực sự là lý thuyết. Về cơ bản, các lò xo giúp các nguyên tử hiểu về nhau không? Vì vậy, Robert Boyle – chú ý là ông đã sống ngay tại thời điểm đó, 1627 đến 1691, và ông là người cao tu nhất trên các bánh xe Đanh đôn bên ngoài tòa nhà này, ông đã trên con đường đó – vì vậy Robert Boyle đã viết cuốn sách quan trọng đầu tiên này trong hóa học *New Experiments Physico-Mechanical: Touching the Spring of Air* (Các thí nghiệm mới về Lực: Chạm vào lò xo khí). Và, bạn biết rằng Lu-ti Boyle, áp suất và thể tích thay đổi như thế nào, không khí trong piston hành trình như một lò xo. Vì vậy, PV là một hằng số; đó là định luật Boyle. Vì vậy, ông đã phát triển khoa học này dựa trên một công cụ mới, máy nén khí, được xây dựng bởi Robert Hooke, người mà chúng ta đã trích dẫn. Và có một hình ảnh của bộ máy này với cái quay tay trên nó, và v.v... Đưa các thứ vào trong hay ra ngoài bóng đèn. Một vài năm sau đó Hooke đã viết cuốn sách này, *Lectures, De Potentia Restitutiva, or of Spring* (Bài giảng về những nguyên nhân của lò xo), giải thích sự liên quan của các lò xo. Và đây là lời mở đầu của cuốn sách đó. “Lý thuyết về lò xo, mặc dù đã được nghiên cứu bởi nhiều nhà toán học lỗi lạc khác nhau cả thời kỳ này cho đến nay vẫn chưa có công trình nào được xuất bản. Hiện tại đã mười tám năm rưỡi trôi qua từ khi tôi tìm ra nó, nhưng tôi không dám đăng cho một cách thức nào đó, tôi đã bỏ qua nó trong lý thuyết về cơ học xuất bản.” Vì vậy, ông đã giữ nó bí mật không ai có thể nhìn thấy. Ông đã hiểu về nó có thể làm điều gì về lò xo, một kỹ thuật thực sự quan trọng mà ông đã có thể làm về lò xo? Có một cuốn trong lò xo mà ông đã phụ thuộc vào.

Student: Flying.

Student: Pendulum clock.

nghệ thuật

Professor Michael McBride: A new kind of clock, one that could work better for navigation. It was his spring that actually allowed Harrison, 100 years later, to win the contest about making an accurate clock; some of you must know that story. So anyhow he had been hiding this so it wouldn't be stolen. In fact, it was stolen by Huygens. So "about three years since His Majesty was pleased to see the experiment that made out this theory, tried at White Hall, and also my spring watch. About two years since I printed the theory in an anagram at the end of my book on the description of helioscopes, viz." this. So this is what he published at the end of this book on helioscopes, and that is an anagram of how springs work, so that later he could prove that he knew it, if needs be, but no one could steal it in the meantime. And if you unscramble it, it's " *Ut tensio sic vis*; that is, the power of any spring is in the same proportion with the tension thereof. That is, if one power stretch or bend at one space, two will stress at two, three will bend at three, and so forward." So here's his figure that shows that. That's Hooke's Law, the force law. The force is proportional to the distortion. So here's his figure, and he's got plots of it

here. *Ut tensio* (as the extension) *sic vis* (so the force). So it's linear, the force is how much you stretch it. And he has lots of different kinds of springs that do that. Here's this clock kind of spring, a coil spring, just stretching a wire. So the force is proportional to the extension. Or another way of saying it is, "The potential energy is proportional to the square of the extension." So it's a parabola. So that's Hooke's Law, and that's where we'll take up next time.

M t lo i ng h m i, cái có th làm vi c t h n cho ngành hàng h i. ó là lò xo c a ông y th c s cho cho phép Harrison, 100 n m sau ó, giành chi n th ng trong cu c thi v ng h chính xác; m t s b n ph i bi t câu chuy n ó. Vì v y, dù sao i n a ông ã gi u i u này, vì v y nó s không b ánh c p. Trong th c t , nó ã b ánh c p b i Huygens. Vì v y “kho ng ba n m k t khi c vua hài lòng khi xem các thí nghi m gi i thích lý thuy t này, c th White Hall, và c ng là chi c ng h lò xo c a tôi. Kho ng hai n m k t khi tôi in lí thuy t này d i d ng o ch cái cu i sách c a tôi v vi c mô t kính soi m t tr i, ngh a là cái này”. Vì v y, ây là nh ng gì ông ta công b ph n cu i c a cu n sách v kính soi m t tr i, và ó là m t phép o ch cái nói v cách th c làm vi c c a lò xo, cho sau ó ông ta có th ch ng t r ng ông bi t nó, n u c n nh ng không ai có th ánh c p nó trong khi ch i. Và n u b n ph c h i nó, nó là "*Ut tensio sic vis*; ngh a là s c m nh c a m t lò xo t l v i l c kéo. Ngh a là, n u m t s c m nh kéo c ng ho c b cong t i m t không gian, hai s c ng hai, ba s u n cong ba, và c nh v y.” Vì v y, ây là b c nh c a ông ta bi u di n i u ó. ó là Lu t Hooke, nh lu t v l c. L c t l v i bi n d ng. Vâng, ây là b c nh c a ông y, và ông v nh ng th c a nó ây. *Ut tensio* (nh l c c ng) *sic vis* (nh l c). Vì v y, nó tuy n tính, l c là th t o b n kéo c ng nó ra bao nhi êu. Và ông ã có r t nhi u lo i lò xo khác nhau làm i u ó. ây là lo i ng h lò xo, m t lò xo cu n, ch c n kéo m t s i dây. Vì v y, s c c ng t l thu n v i l c. Ho c m t cách khác nói i u ó là, “Th n ng t l v i bình ph ng c a s c c ng.” Vì v y, nó là m t parabol. Vì v y, ó là nh lu t Hooke, và ó là n i chúng ta s ti p t c trong l n t i.